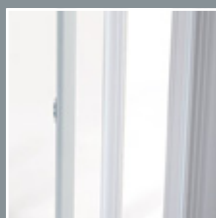
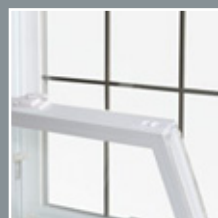


# GUIDE D'APPRENTISSAGE

**ASSEMBLEUR DE PORTES ET DE FENÊTRES**

Module complémentaire 8

## Fabrication des formes architecturales



COMITÉ SECTORIEL DE MAIN-D'OEUVRE  
DES INDUSTRIES DES PORTES ET FENÊTRES,  
DU MEUBLE ET DES ARMOIRES DE CUISINE

**PRODUCTION**



2955, boulevard de l'Université, 5<sup>e</sup> étage  
Sherbrooke (Québec) J1K 2Y3  
Téléphone : 819 822-6886  
Télécopieur : 819 822-6892  
[www.cemeq.qc.ca](http://www.cemeq.qc.ca)

---

André Laflamme, chargé de projet

Marcel Roy, recherche et rédaction

Katherine Hamel, révision

Guy Champagne, spécialiste de contenu  
JELD-WEN

---

**Dans le présent document, la forme masculine désigne tout aussi bien les femmes que les hommes.**

---

**Ce document a été réalisé par le Comité sectoriel de main-d'œuvre des industries des portes et fenêtres, du meuble et des armoires de cuisine en partenariat avec Emploi-Québec. Nous tenons à remercier les entreprises et les organismes qui nous ont autorisés à utiliser certaines illustrations.**

## **Responsable du projet CSMO**

M. Christian Galarneau

Coordonnateur

Comité sectoriel de main-d'œuvre des industries des portes et fenêtres, du meuble et des armoires de cuisine

---

## **Membres du comité sectoriel**

---

### **Marc La Rue**

CSD

801, 4<sup>e</sup> Rue

Québec (Québec) G1J 2T7

### **Stéphane Pimparé**

Fédération des travailleurs et des travailleuses du papier et de la forêt (CSN)

155, boul. Charest Est, bureau 350

Québec (Québec) G1K 3G6

### **Virginie Cloutier**

Association des fabricants et distributeurs de l'industrie de la cuisine de Québec

841, rue Des Œillets

Saint-Jean-Chrysostome (Québec) G6Z 3B7

### **Jean Tremblay**

Association des industries de portes et fenêtres du Québec

2095, rue Jean-Talon, bureau 220

Québec (Québec) G1N 4L8

### **Raymond Thériault**

Association des fabricants de meubles du Québec (AFMQ)

1111, rue Saint-Urbain, bureau 101

Montréal (Québec) H2Z 1Y6

### **Alain Cloutier**

Syndicat des Métallos (FTQ)

5000, boul. Des Gradins, bureau 280

Québec (Québec) G2J 1N3

### **Gaston Boudreau**

Syndicat canadien des communications, de l'énergie et du papier (SCEP-Québec)

2, boul. Desaulniers, bureau 101

Saint-Lambert (Québec) J4P 1L2

### **Jean-François Michaud**

Association des fabricants de meubles du Québec (AFMQ)

1111, rue Saint-Urbain, bureau 101

Montréal (Québec) H2Z 1Y6

### **Maurice Hughes**

Emploi-Québec

276, rue Saint-Jacques Ouest, 6<sup>e</sup> étage

Montréal (Québec) H2Y 1N3

---





## Sommaire

<b>C8</b>	<b>Appliquer la procédure de fabrication des pièces pour formes architecturales..</b>	<b>7</b>
<b>C8.1</b>	<b>Interpréter le plan de production .....</b>	<b>7</b>
<b>C8.2</b>	<b>Cintrer des pièces .....</b>	<b>13</b>
<b>C8.3</b>	<b>Ajouter des barrotins et du carrelage.....</b>	<b>34</b>



## C8 Appliquer la procédure de fabrication des pièces pour formes architecturales

Un vaste choix de fenêtres et de portes architecturales est offert par les manufacturiers. Lors de la fabrication de ces formes particulières, ils utilisent généralement les mêmes pièces que pour une fenêtre ou une porte régulière. Il nous est donc possible de conserver une uniformité dans l'apparence de toutes les fenêtres ou les portes, et ce, même pour celles aux formes arrondies, puisque les volets peuvent aussi être cintrés.

D'ailleurs, la principale tâche à exécuter lors de la fabrication des formes architecturales est le cintrage. Ainsi, dans ce module, vous apprendrez plus particulièrement de quelles façons on réussit à cintrer du bois, du PVC et de l'aluminium extrudé.

### C8.1 Interpréter le plan de production

Le plan de production (ou fiche de travail ou devis de production, etc.) est le document qu'on remet au travailleur pour exécuter la commande. Sur ce plan, il y trouve toutes les informations concernant le montage à réaliser.

La figure C8.1.1 présente un exemple de plan de production, sur lequel on trouve les informations suivantes :

- nom du client et numéro de commande;
- matériau utilisé;
- numéro de la pièce architecturale;
- numéro de cadre inférieur (puisque c'est une fenêtre en deux parties);
- sens de l'ouverture du battant;
- dimensions;
- types de barrotins et de carrelage;
- présence de moulure;
- présence de soufflage.

Figure C8.1.1 Exemple de plan de production

Client :

Numéro de commande :

Numéro du profilé pour le cadre :

68 po

32 po

Pièce architecturale n° 32CB

Vitre triple Low-E

Cadre n° 3236PB

**Fenêtre tout PVC**

Barrotins blancs plats extérieurs n°

Carrelage blanc plat intérieur n°

Moulure à brique n°

Épaisseur avec soufflage : 6 1/2 po avec recouvrement

Moulure à gypse intérieur n°





## Particularités et détails

Il est essentiel d'analyser les particularités et les détails du produit à fabriquer, afin d'identifier toutes les données et les spécifications requises pour l'assemblage.

## Spécifications

L'analyse des spécifications renseigne l'assembleur sur les matériaux à utiliser, les dimensions et les formes.

## Assemblages hors normes

De l'expérience et une bonne connaissance des produits de l'entreprise permettent de distinguer les produits qui ne font pas partie des assemblages standards.



**Il faut être vigilant avec les commandes hors normes au cas où des erreurs se seraient glissées dans les documents de travail. Si c'est le cas, on doit en aviser rapidement le responsable de production.**

## Calculs géométriques pour fenêtres et portes architecturales

En raison de leurs formes particulières (circulaire, demi-circulaire, triangulaire, octogonale, ovale, demi-ovale, etc.), les fenêtres et les portes architecturales qui ne sont pas de forme standard nécessitent l'application de certains calculs spéciaux.

Notez que lors de calculs, par exemple si on utilise le nombre pi ( $\pi = 3,1416$ ), on se retrouve avec des résultats contenant des décimales. Aussi, les nombres qui sont accompagnés de fractions ne sont pas entiers, par exemple 12 1/2 po. Pour vos calculs, vous devrez effectuer des opérations mathématiques avec des fractions où il vous faudra transformer ces fractions en décimales, puis ces résultats en décimales en fractions de pouce. Par contre, si vous utilisez le système international (SI), vous n'aurez pas à faire ces équivalences puisque dans ce système, tous les nombres sont entiers. Le tableau de la figure C8.1.2 donne des exemples d'équivalences entre fractions et décimales.

Figure C8.1.2 Table d'équivalences entre fractions et décimales

Fractions (po)	Décimales (po)	Fractions (po)	Décimales (po)
1/32	0,03125	1/2	0,5000
1/16	0,0625	9/16	0,5625
1/8	0,1250	5/8	0,6250
3/16	0,1875	11/16	0,6875
1/4	0,2500	3/4	0,7500
5/16	0,3125	13/16	0,8125
3/8	0,3750	7/8	0,8750
7/16	0,4375	15/16	0,9375

### Exemple d'utilisation de la table d'équivalences

Un cercle possède un diamètre centre à centre de 15 1/8 po. Quelle est la circonférence en mesure fractionnaire?

$$1/8 \text{ po} = 0,125 \text{ po}$$

$$\text{Circonférence} = \pi D$$

$$= 3,1416 \times 15,125 = 47,5165$$

Dans la table d'équivalences, ce qui se rapproche le plus de 0,5165 po est 0,500 po, soit 1/2 po. La circonférence est donc de 47 1/2 po.

La figure C8.1.3 présente divers exemples de calculs de longueurs de profilés pour des formes de fenêtres architecturales courantes.

Figure C8.1.3 Exemples de calculs de longueurs de formes architecturales

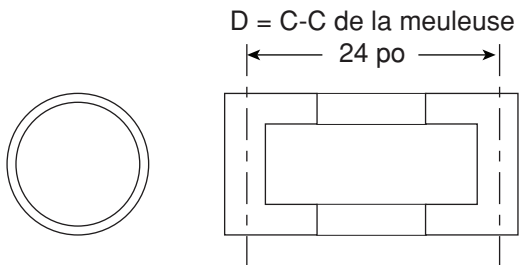
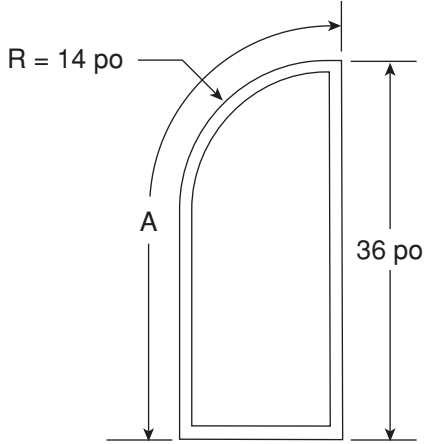
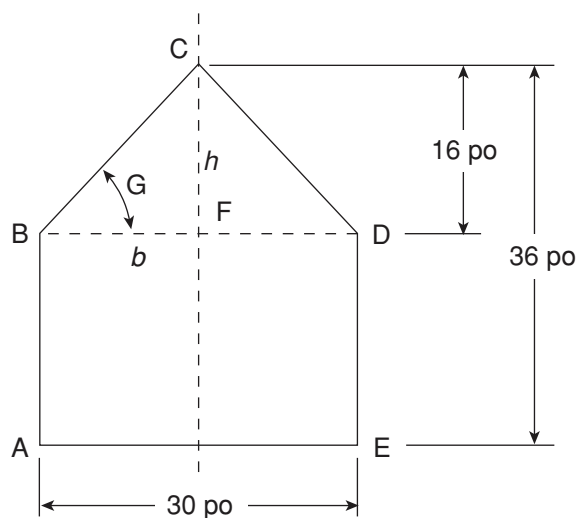
<p>Centrer un cercle dont le diamètre centre à centre est de 24 po. Trouver la longueur de profilé nécessaire pour réaliser cette fenêtre architecturale.</p> <p>Note : Si le diamètre est donné selon le système impérial, attention de ne pas confondre les pouces (po) et les pieds (pi).</p> <p>Circonférence cercle = <math>2\pi R</math> ou <math>\pi D</math> Donc, <math>3,1416 \times 24 = 75,3982</math> ou, selon la table d'équivalences de la figure C8.1.2 qui indique que 0,3982 est équivalent à <math>\frac{3}{8}</math> po, <math>24 \frac{3}{8}</math> po. Rapporter cette mesure au centre du profilé et couper.</p>	 <p>D = C-C de la meuleuse 24 po</p>
<p>Trouver la longueur de A.</p> <p>La partie droite de A est égale à : <math>36 \text{ po} - 14 \text{ po} = 22 \text{ po}</math> L'arc de cercle a un rayon de 14 po</p> <p>Longueur de l'arc de cercle = <math>\frac{\text{périmètre}}{4}</math> (quart de cercle)</p> <p>Donc, <math>A = 22 + \frac{\pi D}{4}</math> <math>= 22 + \frac{3,1416 \times 28}{4}</math> <math>= 22 + 21,99</math> <math>= 43,99</math> ou 44 po</p>	 <p>R = 14 po 36 po A</p>
<p>Trouver les valeurs de AB et BC, et celle de l'angle G.</p> <p>En traçant et en mesurant une ligne BD, on obtient la base du triangle qui est égale à AE, soit 30 po, d'où BF qui est la moitié de AE, soit 15 po.</p> <p>Selon le théorème de Pythagore :</p> <p>Hypothénuse (BC) = <math>\sqrt{b^2 (BF) + h^2 (CF)}</math> <math>= \sqrt{15^2 + 16^2}</math> <math>= 21,93 \text{ po}</math> ou 22 po</p> <p>La valeur de AB = <math>36 \text{ po} - 16 \text{ po} = 20</math></p> <p>L'angle G = <math>\sin = \frac{\text{côté opposé}}{\text{hypoténuse}}</math> <math>= \sin = \frac{16}{22}</math> <math>= \sin = 0,7272</math></p> <p>Avec la calculatrice, appuyer sur 2NDF, puis sur <math>\text{SIN}^{-1}</math> : G = <math>46,65^\circ</math></p>	 <p>36 po 16 po 30 po A B C D E F G h b</p>



Figure C8.1.3 Exemples de calculs de longueurs de formes architecturales (suite)

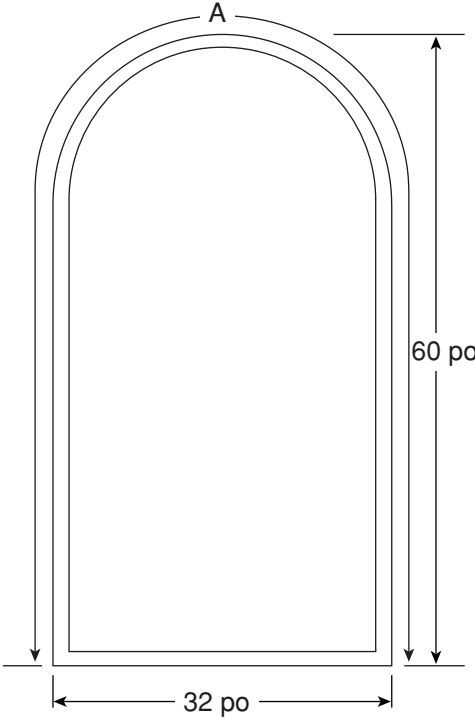
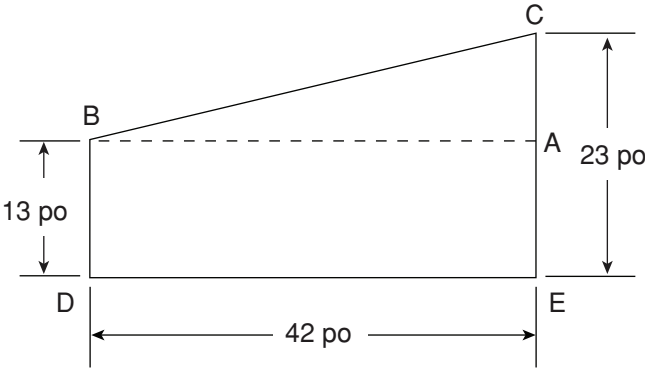
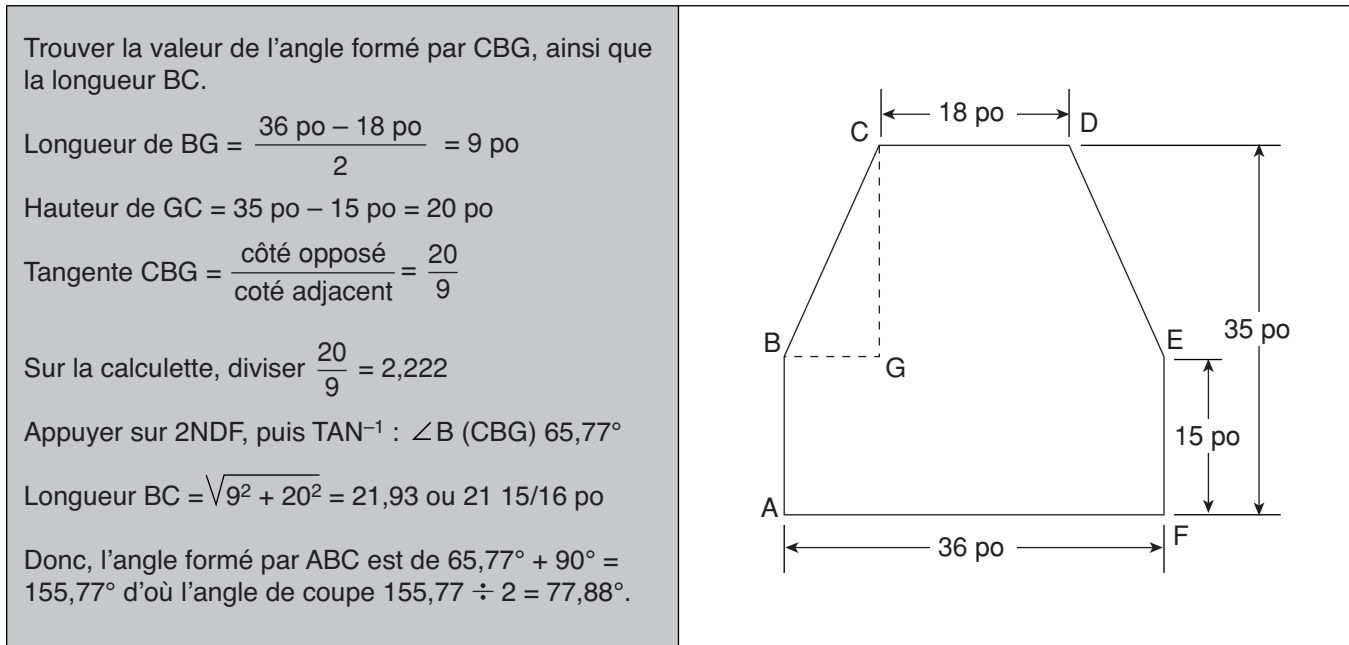
<p>Trouver la longueur totale A du profilé pour effectuer la forme de la fenêtre.</p> <p>Le diamètre du demi-cercle est égal à 32 po; donc, la circonférence du demi-cercle est de :</p> $\text{Circonférence} = \frac{\pi D}{2}$ $= \frac{3,1416 \times 32 \text{ po}}{2} = 50,26 \text{ ou } 50 \frac{1}{4} \text{ po}$ <p>Longueur de chaque côté droit : 60 po – 16 po (rayon du demi-cercle) = 44 po</p> <p>Largeur totale : 50 1/4 + 44 + 44 = 138 1/4 po</p>	
<p>Trouver la longueur BC de la fenêtre.</p> <p>En traçant une droite AB et en soustrayant BD de CE, on obtient CA, soit la hauteur du triangle formé par ABC.</p> <p>Donc, 23 po – 13 po = 10 po</p> $\text{Hypothénuse} = \sqrt{AB^2 + AC^2}$ $= \sqrt{42^2 + 10^2}$ $= 43,1740 \text{ ou } 43 \frac{3}{16} \text{ po}$	

Figure C8.1.3 Exemples de calculs de longueurs de formes architecturales (suite)



## C8.2 Cintrer des pièces

Le cintrage est un procédé mécanique de déformation plastique d'un tube ou d'un profilé suivant un rayon et un angle donnés. Particulièrement utile pour un concepteur de fenêtres et de portes, la production de formes architecturales spécifiques est difficilement automatisable et principalement basée sur le savoir-faire des travailleurs. L'activité de cintrage nécessite une très grande technicité conférant une forte valeur ajoutée à ce type de production.

Le cintrage est utilisé dans la fabrication des portes et des fenêtres architecturales, qu'elles soient en bois, en PVC, en aluminium ou hybrides. Dans les pages qui suivent, vous vous familiariserez avec les techniques de cintrage. Toutefois, les procédures présentées peuvent varier d'une usine à l'autre.

### Cintrage du bois

Les formes architecturales en bois peuvent être obtenues à partir de bois massif ou de bois lamellé.

#### Cintrage du bois massif

Le bois est une matière première précieuse qui possède des caractéristiques structurales particulières découlant de sa nature biologique. Contrairement à la déformation d'autres matériaux, notamment les métaux, la déformation du bois est très souvent imprévisible en raison de la distribution inhomogène des fibres le long d'une section.

Dans les produits semi-ouvrés soumis à l'opération de cintrage, on remarque deux types d'efforts :

- effort de traction dans la zone périphérique convexe;
- effort de compression dans la zone intérieure concave de l'arc.

Soumis à des contraintes supérieures à la limite d'élasticité, le bois se casse à partir des couches superficielles de la partie extérieure de l'arc de cintrage (figure C8.2.1). Pour demeurer dans le domaine des déformations élastiques, le cintrage à température ordinaire retourne à l'état primitif quand la contrainte cesse. Pour maintenir une déformation permanente, il faut donc augmenter la plasticité ou la maniabilité du bois, c'est-à-dire sa capacité de prendre une forme déterminée.

Pour augmenter la maniabilité du bois massif, on procède à la plastification, c'est-à-dire qu'on l'humidifie. La plastification de la matière ligneuse augmente grâce au réchauffement,

à partir de 70 °C, pour arriver au niveau optimal à 145-150 °C. Pour ce qui est de l'humidité, les valeurs optimales se situent aux environs de 14 à 16 %, mais peuvent atteindre 25 %.

Du point de vue physique, on obtient la plastification maximale dans la zone de compression, et la plastification minimale dans la zone de traction (allongement). Pendant le traitement, l'axe neutre, soit la zone où les deux efforts s'équilibrent, a tendance à se déplacer vers l'extérieur de l'arc, augmentant ainsi la section plastique (figure C8.2.2). Pour faciliter davantage ce déplacement, il convient d'utiliser des dispositifs (gabarits) qui empêchent les allongements pendant le cintrage (figure C8.2.3).

Figure C8.2.1 Limite d'élasticité

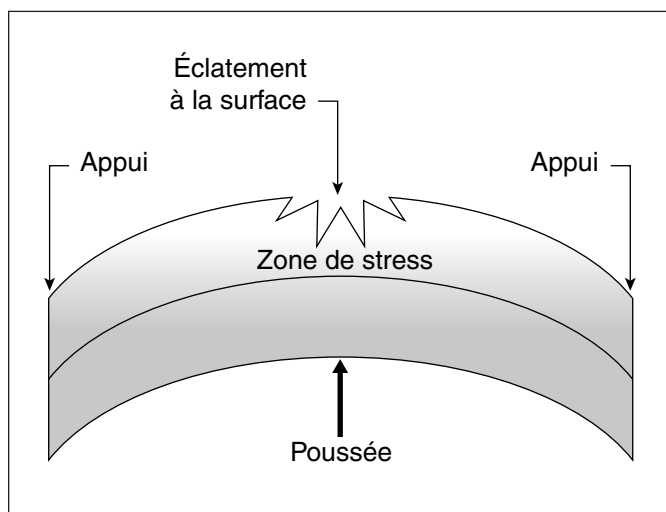
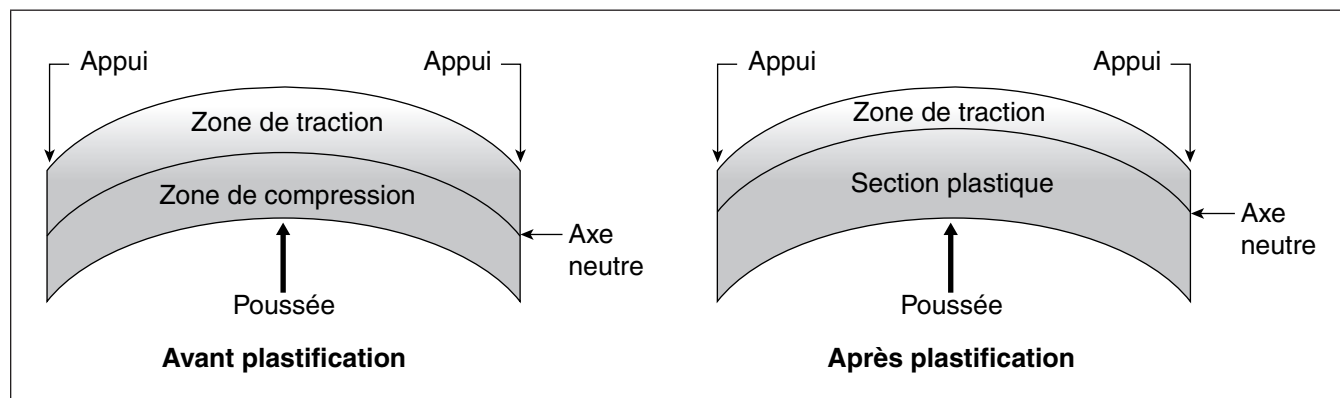


Figure C8.2.2 Comportement du bois



**Figure C8.2.3 Gabarits de cintrage**



Si on laisse refroidir et sécher le bois cintré chaud dans la forme désirée, le cintrage se stabilise et le bois retrouve sa résistance primitive.

La fabrication des bois massifs cintrés peut donc se résumer en trois étapes :

1. plastification par l'action de la chaleur;
2. cintrage;
3. stabilisation du cintrage par séchage du bois à des températures supérieures à 65 °C.

Pour obtenir des résultats satisfaisants, il faut utiliser du bois sans défauts, par exemple sans déviation des fibres et des tensions internes.

En milieu industriel, on utilise trois procédés de réchauffement pour le cintrage :

- réchauffement en bain d'eau;
- vaporisation;
- réchauffement diélectrique.

L'espèce de bois la plus appropriée au cintrage est le hêtre, suivi du frêne, de l'érable, du bouleau, du chêne, du cerisier, etc. En revanche, les conifères et les bois tropicaux ne sont pas indiqués. Dans leur cas, on utilise le cintrage en lamelles.

### ***Réchauffement en bain d'eau***

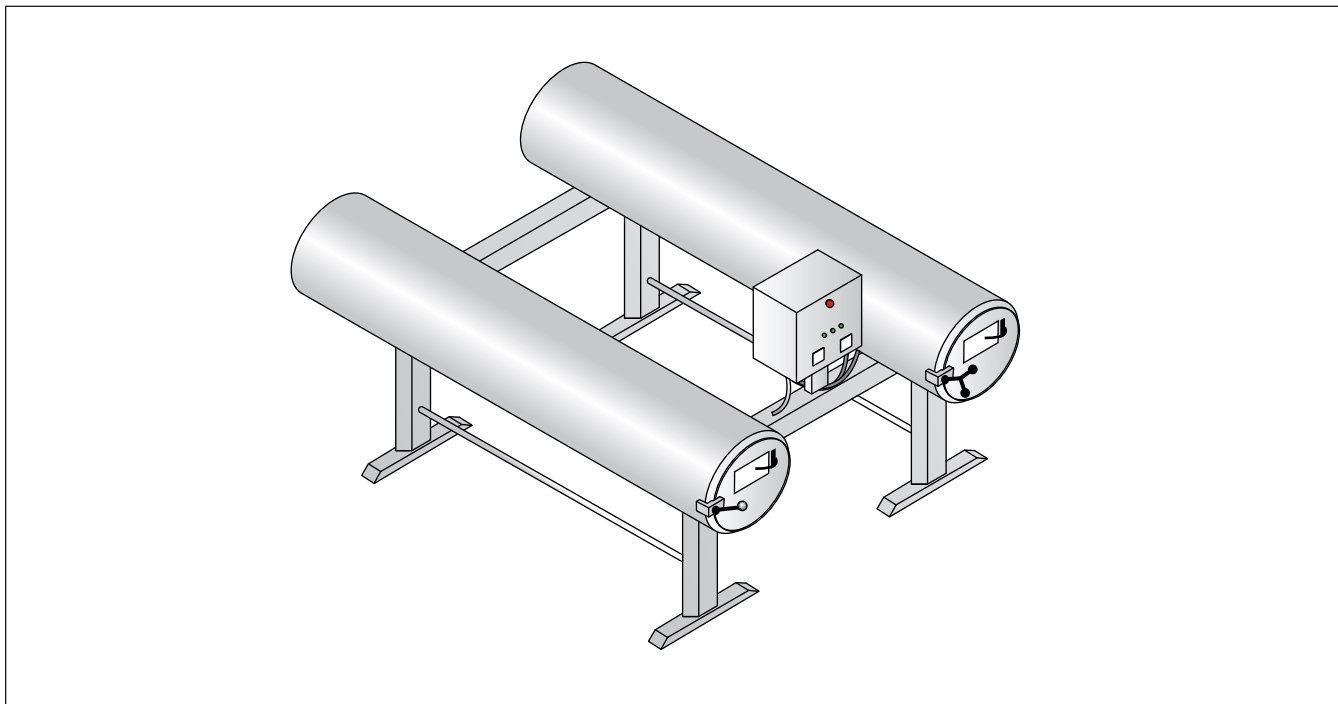
Dans le bain d'eau chaude, on maintient la température entre 70 et 80° pendant un temps d'immersion suffisant pour permettre de distribuer uniformément la chaleur le long de la section du bois.

Ce procédé, utilisé principalement pour le bouleau et le frêne, présente l'inconvénient de « trop mouiller » le bois, lequel devient mou, puis difficile à cintrer et à stabiliser. De plus, on observe souvent une désagréable variation de la couleur du bois. Par rapport aux deux méthodes décrites ci-après, le bain d'eau est toutefois avantageux dans les cas où le cintrage ne concerne qu'une partie de la longueur des pièces, puisqu'il est possible d'effectuer une immersion partielle.

## Vaporisation

Utilisée généralement pour le hêtre, la vaporisation est effectuée dans des vaporisateurs métalliques cylindriques à la pression atmosphérique, avec vapeur saturée à 100° (figure C8.2.4).

Figure C8.2.4 Vaporisateur à double autoclave

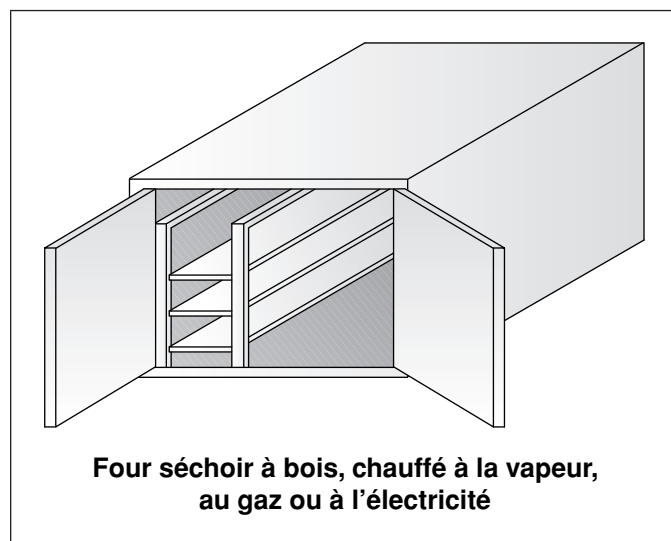


Le vaporisateur doit être bien isolé, en métal antirouille et protégé contre la corrosion. Pendant le traitement, les pièces deviennent humides à l'extérieur jusqu'à 25 %, et même jusqu'à 40 % si la vapeur d'eau condensée reste à l'intérieur du cylindre. Il a été établi qu'en présence de vapeur d'eau condensée, on obtient une meilleure plastification, et ce, plus rapidement.

En ce qui concerne les temps de traitement appropriés, il faut simplement éviter que le bois tende à trop plastifier et qu'il se déforme dans la section transversale pendant le cintrage. Une période de vaporisation variable de 45 à 60 minutes pour chaque 25 mm d'épaisseur, selon le type de bois, pourrait être suffisante.

À la fin du processus, on obtient un gradient d'humidité de l'extérieur vers l'intérieur qui facilite le séchage ultérieur dans un séchoir (figure C8.2.5).

Figure C8.2.5 Séchoir industriel





### Réchauffement diélectrique

Ce dernier procédé utilise du courant électrique à une fréquence de 5 à 15 MHz, lequel provoque le réchauffement immédiat de toute la masse de bois à 100 °C, sans perte d'humidité.

Le principal avantage de ce procédé est d'offrir la possibilité de plastifier des produits en bois semi-ouvrés présentant des défauts dans la fibre. Son coût d'exploitation élevé, qui limite les secteurs d'utilisation, demeure cependant son principal inconvénient.

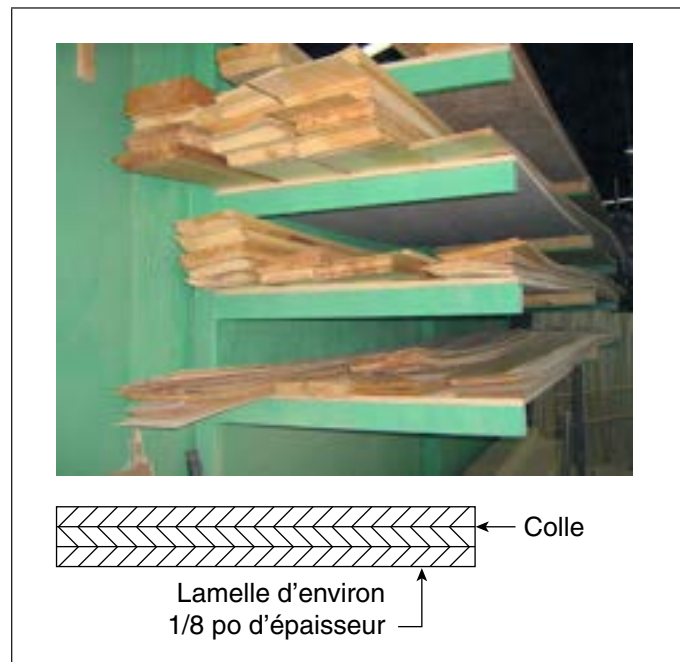
### Cintrage du bois lamellé

Pour les formes architecturales, on utilise deux méthodes de lamellation, soit la lamellation horizontale et la lamellation verticale. La lamellation verticale consiste à coller, les unes sur les autres et sur la largeur, des pièces de bois minces pour les cintrer (figure C8.2.6).

Le bois lamellé collé verticalement présente les avantages suivants :

- excellente souplesse d'utilisation;
- excellent rapport poids/résistance;
- stabilité et rigidité exceptionnelles;
- excellente résistance aux variations climatiques;
- finition facile à effectuer (peinture, teinture et recouvrement).

Figure C8.2.6 Lamelles de bois et lamellation verticale



Pour la lamellation horizontale, on découpe, à l'aide d'une scie à ruban (figure C8.2.7), des arcs de cercle de diamètres et d'épaisseurs donnés (figure C8.2.8). La finition de ces arcs de cercle se fait sur une ponceuse (figure C8.2.9). Par la suite, les arcs de cercle sont collés et serrés dans une presse (figure C8.2.10) pour le séchage ou cloués côte à côte sur le sens de l'épaisseur.

Figure C8.2.7 Scie à ruban



Figure C8.2.8 Lamelle découpée



Figure C8.2.9 Ponceuses

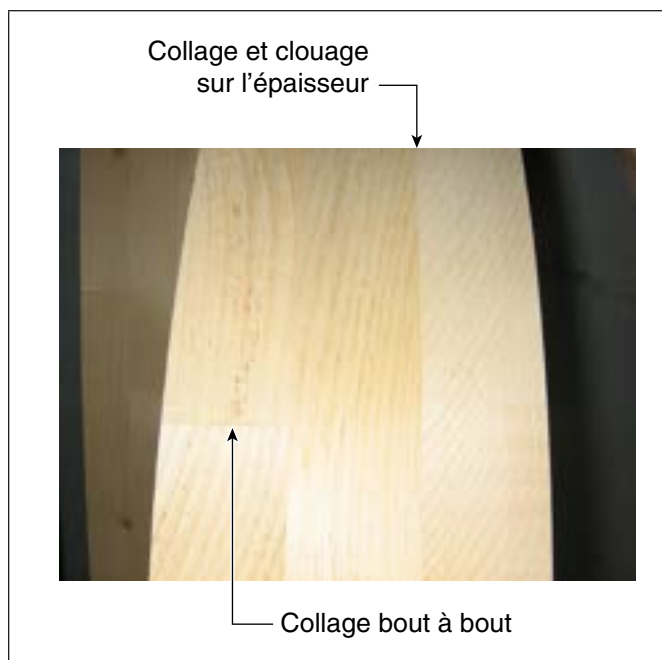


**Figure C8.2.10** Presse à coller



Pour éviter les pertes, on colle aussi bout à bout des segments de cercle pour obtenir la dimension demandée (figure C8.2.11). La figure C8.2.12 montre deux ensembles dont l'assemblage est terminé.

**Figure C8.2.11** Lamellation horizontale



**Figure C8.2.12** Formes architecturales découpées et assemblées



Il va sans dire que la lamellation horizontale ne nécessite pas de cintrage puisqu'elle est déjà débitée selon la forme désirée.

### **Encollage des lamelles**

Dans les petites et les moyennes usines, l'encollage peut se faire manuellement avec un pinceau ou un rouleau. Cependant, dans les usines où on fabrique des pièces architecturales en série, l'encollage est réalisé à l'aide d'encolleuses à rideaux ou à rouleaux mécanisés. Au moment du collage, les surfaces doivent être propres et l'adhésif doit être appliqué uniformément.

### **Serrage**

Le serrage a pour but de maintenir les pièces encollées à la pression voulue dans la forme désirée pendant le temps de polymérisation de la colle. Ce temps est variable selon le type d'adhésif utilisé, le mode de chauffage, et la température et l'hygrométrie de l'air ambiant.

Voici un exemple de procédure de cintrage de pièces lamellées à la verticale :

**Figure C8.2.13** Lamelles



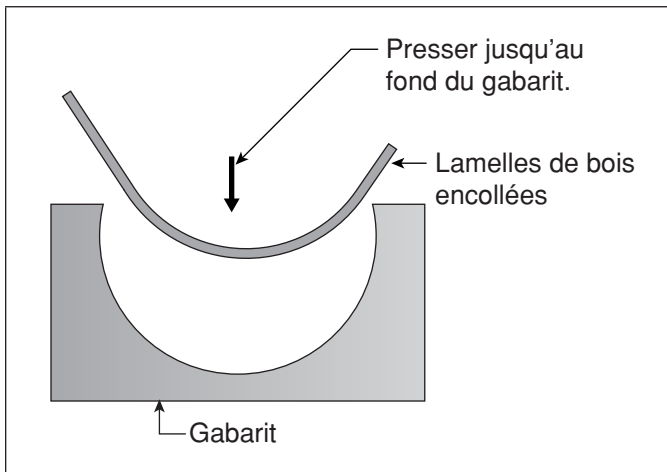
1. Choisir les lamelles.

**Figure C8.2.14** Gabarits



2. Sélectionner le gabarit.
3. Couper les lamelles en longueur selon les dimensions du gabarit.
4. Encoller les lamelles.

Figure C8.2.15 Insertion des lamelles



- Insérer les lamelles dans le gabarit.

Figure C8.2.16 Courroie de serrage



- Donner aux lamelles la forme du gabarit en les fixant solidement avec la courroie de serrage.

Figure C8.2.17 Poche de séchage



- Ensacher le gabarit avec les lamelles dans la poche de séchage. La poche de séchage est une membrane transparente scellée dans laquelle on fait le vide afin d'éliminer l'humidité et d'accélérer le séchage.
- Retirer le gabarit et la forme architecturale de la poche lorsque le temps de séchage est écoulé. Ce temps est variable selon le type d'adhésif utilisé, la température et l'hygrométrie de l'air ambiant, et le mode de chauffage, s'il y a lieu.

Figure C8.2.18 *Rangement*



9. Déposer les pièces à l'endroit approprié dans l'usine afin qu'elles soient assemblées avec un cadre.

Quant aux moules intérieurs en bois des formes arrondies, elles sont aussi découpées à la scie à ruban, usinées sur une toupie pour leur donner la forme désirée en surface, puis poncées (figure C8.2.19). Si la moule doit être teinte, elle est formée d'une seule pièce; sinon, elle est composée de bouts jointés.

Figure C8.2.19 *Moules intérieures, toupie et poncée à moule*



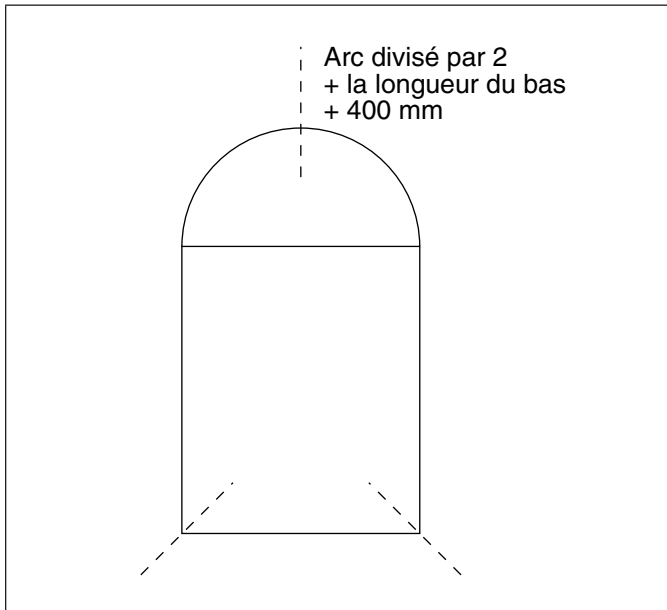
## Cintrage du PVC

Le PVC est le matériau le plus populaire pour la fabrication des fenêtres et des portes : d'une part, pour son faible coût, et d'autre part, pour sa facilité d'entretien. De plus, il est facile à cintrer.

Il existe différentes qualités de PVC, déterminées, entre autres, par l'épaisseur des profilés. L'épaisseur varie en moyenne de 1,8 à 2,5 mm. Comme le PVC est sensible aux fluctuations de températures et que notre climat comporte des écarts importants, la qualité du produit est directement proportionnelle à l'épaisseur des profilés. De plus, on doit se rappeler que les cadres des fenêtres et des portes-fenêtres de grandes dimensions doivent être renforcés d'acier pour offrir une solidité satisfaisante.

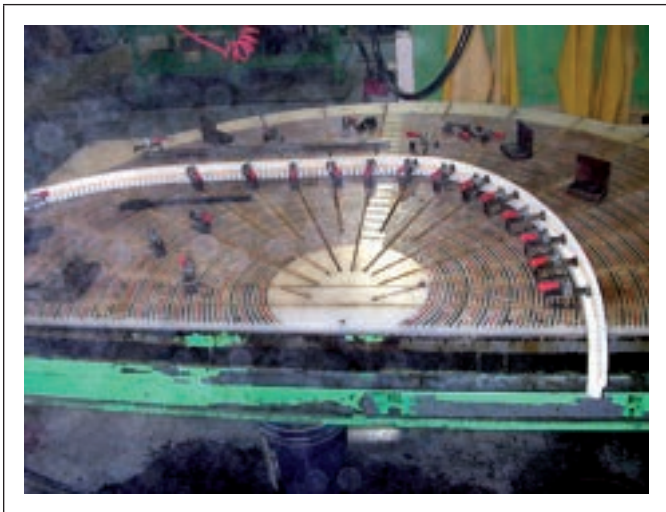
Voici un exemple de procédure de cintrage du PVC :

**Figure C8.2.20 Préparation des pièces**



1. Choisir les profilés demandés pour le cadre, la parclose et la moulure à brique ou à déclin si applicable.
2. Tailler les profilés nécessaires à 90°, en ajoutant 400 mm à la dimension de l'arc demandé, à l'exception des demi-cercles allongés sur un cadre.

**Figure C8.2.21 Table de pliage**



3. Pour un demi-cercle, les lignes de la table de pliage permettent d'obtenir l'arc voulu (avec des moulures à brique, ajouter 25 mm de chaque côté).
4. Pour un segment, utiliser le gabarit de bois approprié.

**Figure C8.2.22 Traçage de l'arc**



5. Si aucun gabarit ne correspond au segment, déposer le plan sur une planche d'aggloméré ou de contreplaqué et tracer l'arc de la pièce sur la ligne du centre.

Figure C8.2.23 Taillage de la pièce



6. Tailler ensuite le gabarit avec la scie à ruban.

Figure C8.2.24 Gabarits de pliage



7. Choisir les gabarits de pliage en téflon identifiés par les numéros de profilés à cintrer.

Figure C8.2.25 Installation du gabarit de pliage



8. Installer le gabarit en téflon sur la table de pliage en l'appuyant contre le gabarit en bois pour un segment, ou en se référant aux lignes de la table de pliage pour un demi-cercle. Généralement, il y a 25 mm entre chaque ligne.



**Figure C8.2.26** *Panneau de commande du bain de glycérine*



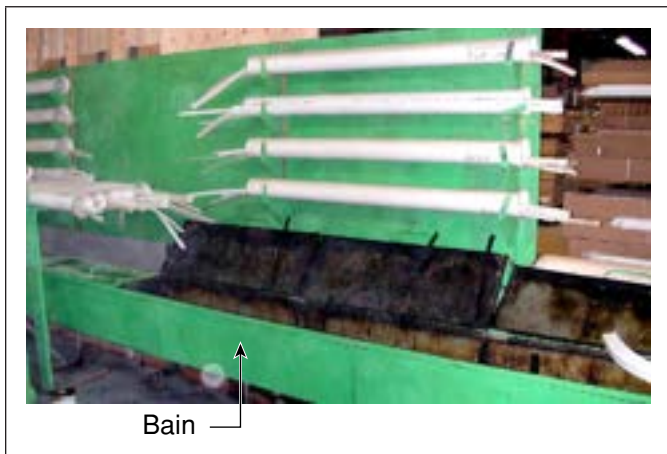
9. Comme le profilé doit être chauffé dans un bain de glycérine, s'assurer que la température se situe entre 121 et 132 °C (250 et 269 °F).

**Figure C8.2.27** *Insertion des barres anti-déformation dans les profilés*



10. Insérer les barres anti-déformation en téflon dans les profilés à courber. Ces barres, identifiées par les numéros de profilés, empêchent les profilés de se déformer lors du cintrage.

Figure C8.2.28 Bain de glycérine



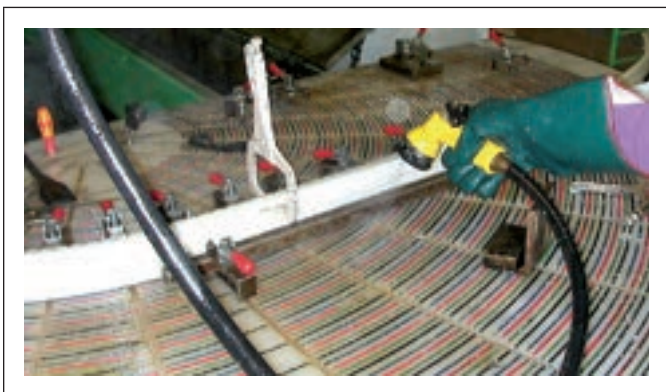
11. Plonger la partie à courber dans le bain de glycérine et laisser deux à trois minutes, en s'assurant qu'elle est bien immergée.

Figure C8.2.29 Positionnement du profilé



12. Sortir le profilé du bain et le positionner autour du gabarit en téflon. Utiliser les pinces et les barres métalliques pour maintenir le profilé contre le gabarit.

Figure C8.2.30 Refroidissement au jet d'eau



13. Refroidir le profilé avec un jet d'eau sur toute la longueur de la pièce chauffée.
14. Retirer les barres anti-déformation en téflon de l'intérieur du profilé et nettoyer avec de l'air comprimé. **Important : attendre quelques minutes pour que la pièce soit durcie.**

**Figure C8.2.31** Suspension des pièces



15. Attendre que la pièce soit complètement refroidie, la laver dans le bac à eau et la suspendre au-dessus de celui-ci.
16. Inspecter la pièce pour confirmer le respect de la forme désirée.

## Cintrage de l'aluminium

La menuiserie en aluminium a connu une évolution considérable au cours des dernières années. Les profilés en aluminium sont solides et stables. Ils nécessitent peu d'entretien et leurs coloris, disponibles dans une vaste gamme de teintes mates ou brillantes, sont inaltérables à vie. De plus, les faces extérieures et intérieures peuvent être émaillées dans des coloris différents. L'aluminium étant un matériau léger, malléable et élastique, il est facile à travailler. Le cintrage à froid, en vue de fabriquer des pièces architecturales pour les portes et les fenêtres, est donc relativement facile à réaliser.

### Types d'aluminiums

Conformément aux directives de l'Aluminum Association (organisme américain), les alliages d'aluminium sont désignés à l'aide d'un système numérique à quatre chiffres, qui identifie la composition chimique de l'alliage. Ce groupe de quatre chiffres est parfois suivi d'une lettre indiquant une variante nationale. Le type d'aluminium qui nous intéresse est celui de la série 6000.

### Série 6000 (aluminium magnésium silicium)

Les éléments d'alliage de cette série sont le magnésium (Mg) et le silicium (Si). Cette famille d'alliage a une grande importance industrielle; elle est très utilisée pour les profilés extrudés.

Les alliages de la série 6000 possèdent une très bonne aptitude à la déformation (filage, matriçage, cintrage) et à la mise en forme à froid à l'état recuit. Leurs caractéristiques mécaniques sont moyennes (malléabilité, élasticité, conductivité, dureté), mais elles sont inférieures à celles des alliages 2000 et 7000. Ces caractéristiques peuvent être améliorées par l'addition de silicium qui donnera le précipité durcissant. Les alliages 6000 offrent une excellente résistance à la corrosion, notamment atmosphérique. Ils se soudent très bien (soudage à l'arc, par points ou par brasage).

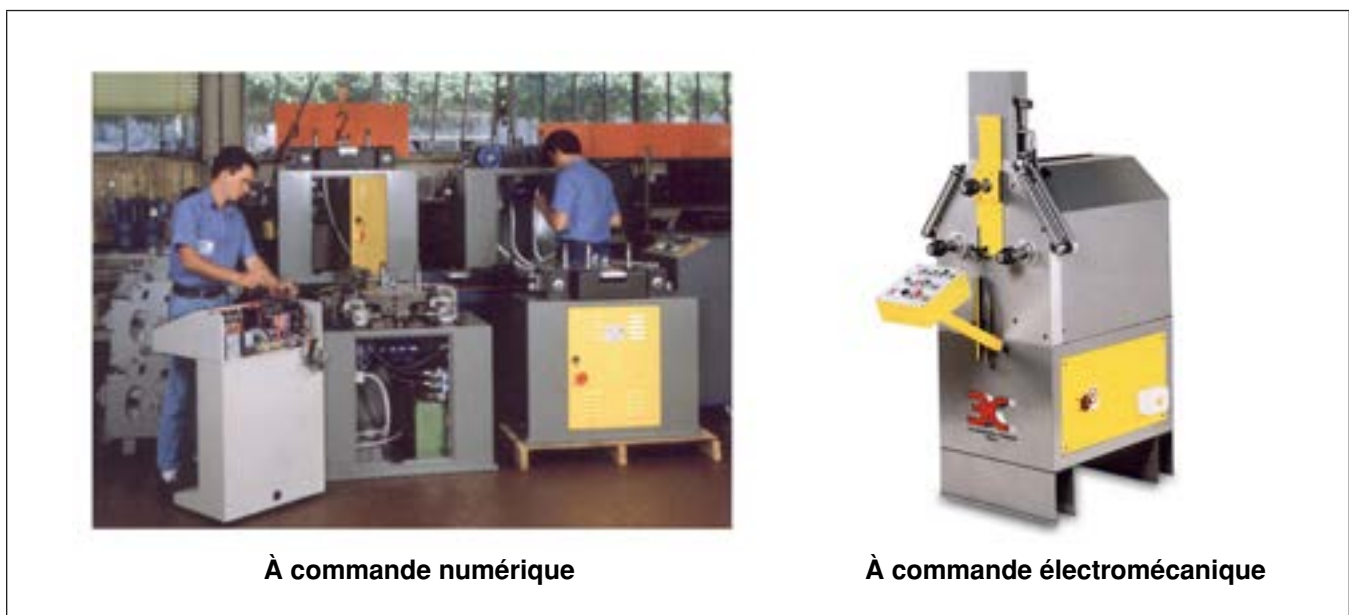
De plus, on peut les diviser en deux groupes : un premier groupe dont les compositions sont davantage chargées en magnésium et en silicium (6061, 6082 par exemple), puis un deuxième groupe moins chargé en silicium et qui, par conséquent, possède des caractéristiques mécaniques plus faibles. C'est le cas du 6060 qui permet de grandes vitesses de filage et de cintrage. Celui-ci est utilisé en décoration et en ameublement, et pour la fabrication de portes et de fenêtres.

### Sélection des programmes et ajustements

Dans certaines usines, les cintruses sont à commande numérique (figure C8.2.32). Avec ce type de cintruse, on doit choisir le programme de production en fonction du type de profilé et de la forme à réaliser. On doit aussi choisir les rouleaux de formage et ajuster les paramètres de l'appareil. Ces informations sont contenues dans le programme informatique.

Quant aux cintruses à commande manuelle ou électromécanique (figure C8.2.32), on doit ajuster les rouleaux en fonction de la forme du profilé et des diamètres des courbures. Il s'agit d'appliquer les directives du fabricant de l'appareil pour obtenir les résultats escomptés. On peut vérifier la conformité du produit avec un gabarit.

Figure C8.2.32 Types de cintruses (3C)



Comme le cintrage des profilés d'aluminium pour les portes et les fenêtres est presque toujours exécuté à froid, l'utilisation de la table de pliage est presque inexistante. Cependant, les arcs de cercle de la table peuvent être utiles pour vérifier l'uniformité du produit fini.

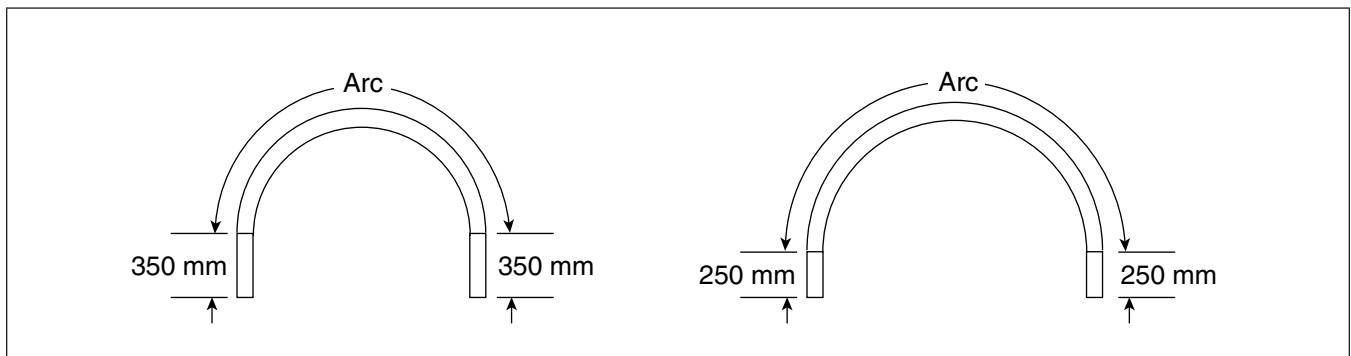
Voici un exemple de procédure de cintrage de l'aluminium avec une cintreuse conventionnelle. Cette procédure peut bien sûr varier d'un manufacturier à l'autre. Pour ce qui est du cintrage avec une cintreuse à commande numérique, il faut s'en tenir aux consignes d'enregistrement des paramètres du concepteur de la machine-outil. Avant de procéder au cintrage, il faut déterminer la longueur nécessaire du profilé et du segment. Voici comment calculer les dimensions pour le coupage et le marquage des profilés d'aluminium avant le cintrage :

### Demi-cercle et segments (figure C8.2.33)

Longueur à couper :

- Pour les arcs de 1 000 mm et moins : arc + 700 mm
- Pour les arcs de 1 000 mm et plus : arc + 500 mm

**Figure C8.2.33** Demi-cercle et segments

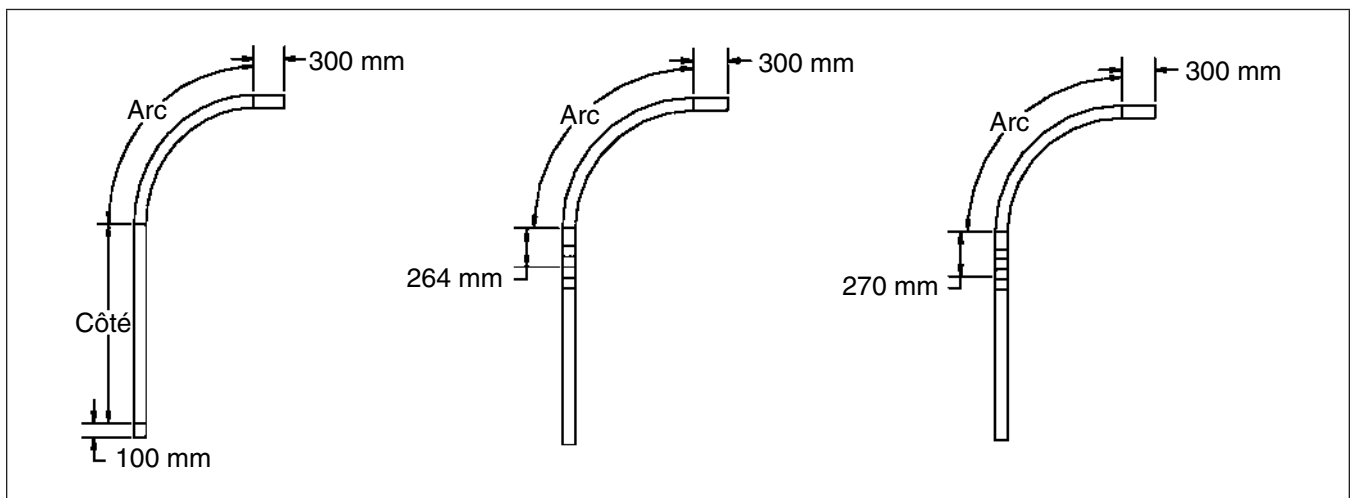


### Quart de cercle allongé (figure C8.2.34)

Longueur à couper : arc + côté + 100 mm (côté bas) + 300 mm (tête haut)

Pour certains types de profilés, en raison de leur configuration, il se peut qu'on doive ajouter entre 264 et 270 mm à la longueur de l'arc, au lieu de 300 mm, pour obtenir le diamètre voulu. À ce moment-là, la longueur à couper est : arc + 264 ou 270 mm + 100 mm (selon le type de profilé).

**Figure C8.2.34** Quart de cercle allongé



**Demi-cercle allongé en une pièce** (figure C8.2.35) (pour longueur totale de 4 900 mm et moins)

Longueur à couper : arc + somme des deux côtés + 100 mm

Pour situer l'emplacement de l'arc sur le profilé, prendre la longueur à couper, soustraire la longueur de l'arc et diviser par 2. Rapporter cette mesure à chaque extrémité du profilé.

**Demi-cercle allongé en deux pièces** (figure C8.2.36) (pour longueur totale de plus de 4 900 mm)

Longueur à couper : arc divisé par 2 + 400 mm + 1 côté + 100 mm

Pour situer l'emplacement de l'arc sur le profilé, prendre la longueur de l'arc, diviser par 2, additionner 400 puis 264 ou 270 mm (selon le type de profilé). Rapporter cette mesure sur une extrémité du profilé.

Figure C8.2.35 Demi-cercle allongé en une pièce

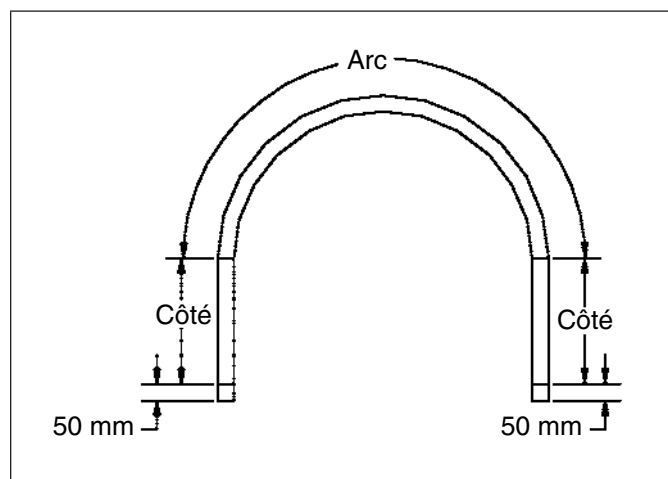
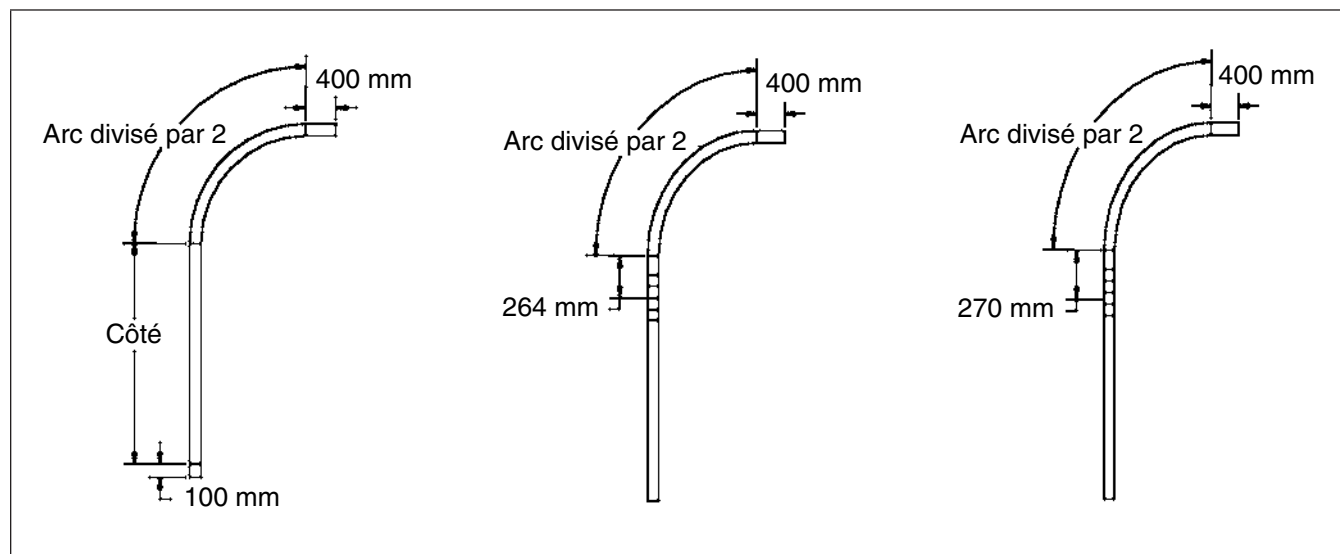


Figure C8.2.36 Demi-cercle allongé en deux pièces



**Avant de procéder au cintrage proprement dit des profilés, consulter les spécifications pour chaque pièce d'aluminium afin de connaître les rouleaux et les gabarits à utiliser, ainsi que la position de chaque profilé dans les rouleaux.**

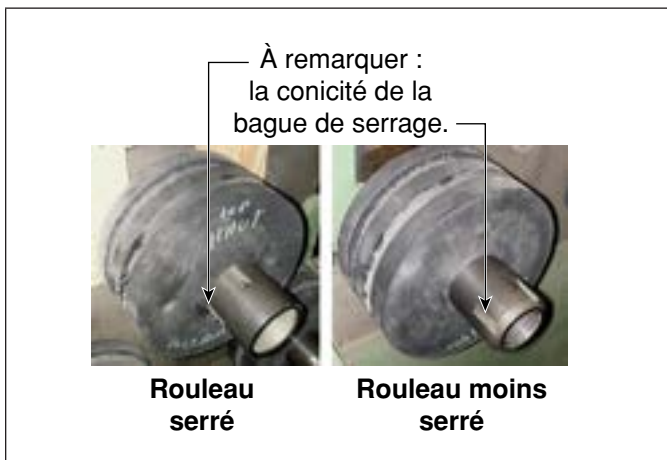
Voici donc une procédure de cintrage :

**Figure C8.2.37** Installation des rouleaux



1. Installer les trois rouleaux en téflon appropriés selon le profilé d'aluminium à cintrer. Le rouleau différent des deux autres doit être posé sur l'arbre du haut.

**Figure C8.2.38** Montage des rouleaux



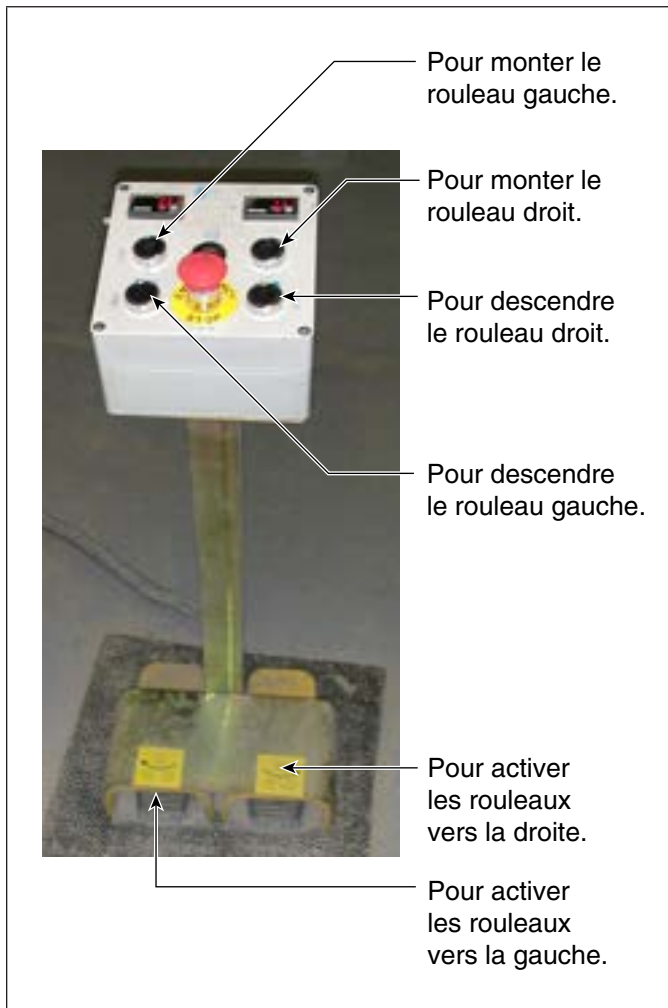
2. Pour les rouleaux serrés, visser la bague de serrage conique en appuyant l'extrémité ayant le plus petit diamètre sur le rouleau. Pour les rouleaux moins serrés, le plus petit diamètre de la bague de serrage conique doit être vers l'extérieur.

**Figure C8.2.39** Gabarits dans les profilés



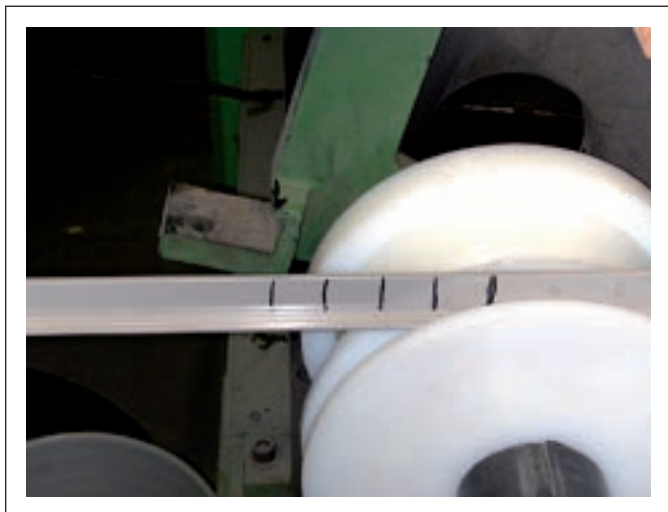
3. Si demandé, choisir et insérer dans le profilé le gabarit en téflon nécessaire pour éviter que la pièce se déforme lors du pliage.

Figure C8.2.40 Commandes de la cintreuse



4. Ajuster, selon les spécifications, la hauteur de départ des deux rouleaux du bas à l'aide des boutons de commande pour les monter et les descendre.

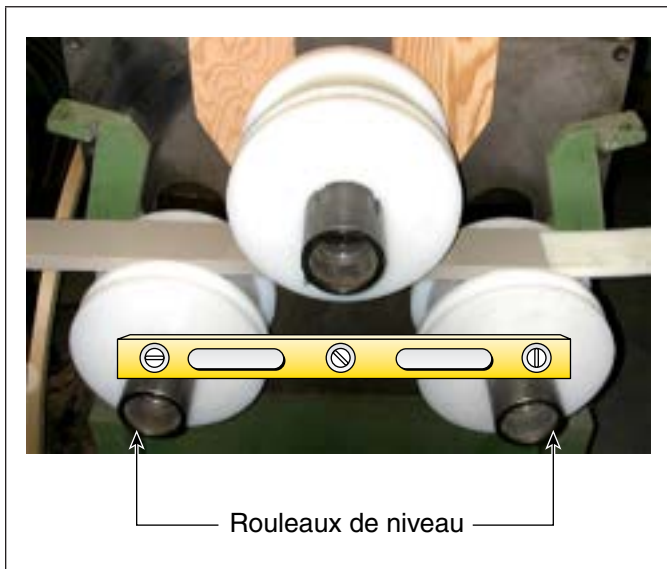
Figure C8.2.41 Marquage



5. À partir du centre de l'arc, marquer de chaque côté la demie de la longueur de l'arc et ajouter 264 ou 270 mm. C'est dans cet espace que sera formée la courbure.



**Figure C8.2.42** Mise à niveau des rouleaux du bas



6. Insérer le profilé d'aluminium entre les rouleaux et mettre de niveau les rouleaux du bas. Remonter les rouleaux jusqu'à ce que l'aluminium s'appuie dans la cavité du rouleau du haut et s'assurer que les rouleaux du bas sont à la même hauteur. Mettre les compteurs de distance à zéro. Ces derniers indiquent le déplacement vertical des rouleaux et sont généralement situés sur le dessus ou de chaque côté de l'appareil.

**Figure C8.2.43** Cintrage



7. Mettre l'appareil en marche et activer les rouleaux.
8. Désactiver les rouleaux lorsque le profilé a atteint la forme désirée.
9. Relever les rouleaux de 25 à 50 mm à la fois.

**Figure C8.2.44** Vérification du diamètre

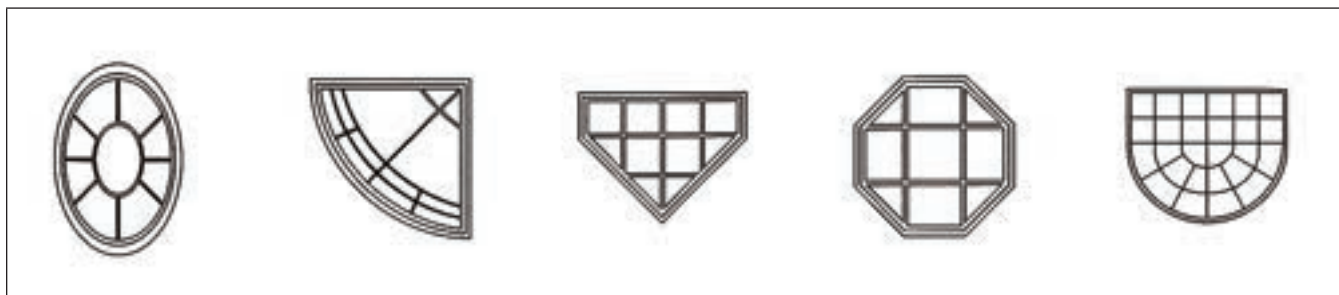


10. Vérifier le diamètre intérieur de la pièce cintrée. On peut vérifier l'exactitude du diamètre en le mesurant ou encore, en le comparant avec le cadre ou avec le vitrage.

### C8.3 Ajouter des barrotins et du carrelage

Les barrotins consistent en une pièce collée directement sur le verre à l'aide d'un ruban autocollant spécialement conçu pour cette application. La figure C8.3.1 présente différents types de barrotins.

Figure C8.3.1 Types de barrotins (Laflamme)



L'addition d'un carrelage intégré évite de voir le derrière du barrotin et crée une finition nettement plus propre. La division ainsi créée est généralement disponible en deux épaisseurs, soit 1 1/8 et 1 5/8 po (28,5 et 41,3 mm), ou selon les manufacturiers.

Une façon économique, mais très esthétique de personnaliser une porte ou une fenêtre est l'ajout de carrelage. Le carrelage s'insère entre deux feuilles de verre, évitant ainsi tout entretien fastidieux, sans toutefois nuire à la garantie des unités scellées. Trois types de carrelages sont disponibles : bâtonnet, plat ou, le plus populaire, géorgien (ces formes peuvent varier selon les manufacturiers). Celui-ci est généralement disponible en deux largeurs, soit 11/16 ou 1 po (17,5 ou 25,4 mm).

Le carrelage peut être assemblé de façon traditionnelle (rectangulaire), de façon « contour », de façon « partielle » ou encore, être combiné avec le meneau, le volet ou le barrotin selon les goûts et les désirs. La figure C8.3.2 montre une fenêtre architecturale en bois avec barrotins et carrelage.

Figure C8.3.2 Fenêtre architecturale avec barrotins et carrelage (Laflamme)

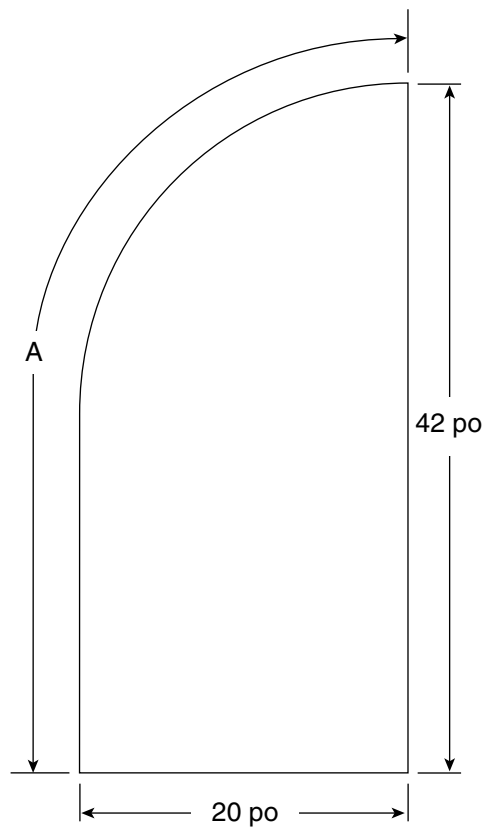




**Pour la fabrication du carrelage, vous devez vous reporter au Module 5 – *Installation du verre* puisque la procédure est la même dans le cas de formes architecturales. De plus, la méthode de fabrication des barrotins est la même que celle du carrelage. Vous devez également consulter les méthodes prescrites dans votre entreprise.**

### Exercice

1. Trouvez l'équivalent en fractions des décimales suivantes :
  - a) 0,125 po = \_\_\_\_\_
  - b) 0,375 po = \_\_\_\_\_
  - c) 0,500 po = \_\_\_\_\_
  - d) 0,875 po = \_\_\_\_\_
  - e) 0,9375 po = \_\_\_\_\_
2. Quelle serait la longueur nécessaire du profilé d'une forme architecturale ronde de 18 1/2 po de diamètre?  
\_\_\_\_\_
3. Calculez la longueur A du profilé de la forme présentée à la figure suivante.



---

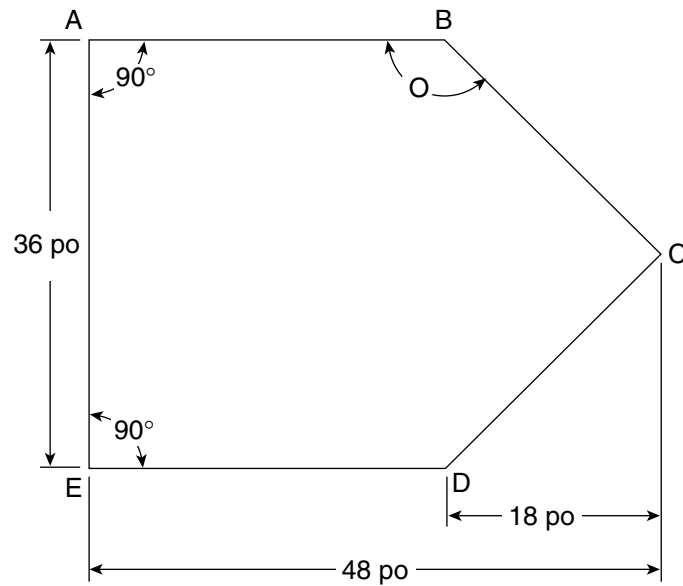
---

---

---



4. Calculez la valeur de l'angle O formé par les segments AB et BC.



---

---

---

5. Quel procédé rend le bois massif plus maniable?

---

6. Notez les deux types de cintrage du bois.

---

7. Indiquez un moyen permettant de rendre les profilés de PVC plus faciles à cintrer.

---

8. Pourquoi insère-t-on des barres en téflon dans les profilés de PVC avant de les cintrer?

---

9. Comment obtient-on les lamelles du cintrage horizontal?

---

10. Comment fixe-t-on les barrotins au vitrage?

---

---

---



## Corrigé

- 1/8 po
  - 3/8 po
  - 1/2 po
  - 7/8 po
  - 15/16 po
- $18,5 \text{ po} \times 3,1416 = 58,12 \text{ po}$ , soit 58 1/8 po
- $42 \text{ po} - 20 \text{ po} = 22 \text{ po}$   
$$A = 22 + \left( \frac{3,1416 \times 40}{4} \right)$$
$$A = 22 \text{ po} + 31,415 \text{ po} = 53,415 \text{ po}$$
 ou 53 13/32 po
- Tangente CBD =  $18/18 = 1 = 45^\circ$   
 $45^\circ + 90^\circ = 135^\circ$
- La plastification par l'action de la chaleur
- Lamellation horizontale et lamellation verticale
- En les chauffant dans un bain de glycérine
- Pour empêcher les déformations lors du cintrage.
- En les découpant avec une scie à ruban
- On les colle directement sur le verre à l'aide d'un ruban autocollant spécialement conçu à cet effet.

## Bibliographie

Brochure Laflamme *Portes et fenêtres en bois*

Brochure 3C (TRE C s.r.l.), 8 p.

Cédérom Fenêtres Robert

Fournitures de catalogues par JSA Machinerie

Photos prises chez Fenêtres Météo et Fenemag



